

**SONOGRAPHISCHE NIERENSTEINDIAGNOSTIK:
VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN VON
ULTRASCHALL, AUSSCHIEDUNGSUROGRAMM UND
COMPUTERTOMOGRAPHIE**

MICHAEL PEROUANSKY

1986



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547927_0041

Aus der Radiologischen Klinik der Universität München

Vorstand Prof. Dr. J.Lissner

SONOGRAPHISCHE NIERENSTEINDIAGNOSTIK:
VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN VON ULTRASCHALL,
AUSSCHIEDUNGSUROGRAMM UND COMPUTERTOMOGRAPHIE

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Michael Perouansky

aus

Wien

Jahr

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. J.Lissner

Mitberichterstatter: Prof. Dr. H.Goerke

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Dekan: Prof. Dr. W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.07.86

O. INHALTSVERZEICHNIS

O.	Inhaltsverzeichnis	1
1.	Einleitung	2
1.1.	Definition	3
1.1.1.	Urolithiasis	3
1.1.2.	Nephrokalzinose	3
1.2.	Pathogenese	4
1.2.1.	Urolithiasis	4
1.2.2.	Nephrokalzinose	5
1.3.	Chemische Zusammensetzung der Steine und Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen	5
1.4.	Röntgendiagnostische Methoden	7
1.4.1.	Konventionelle Röntgendiagnostik	7
1.4.2.	Sonographische Nierensteindiagnostik	8
1.4.3.	Computertomographische Nierensteindiagnostik	9
1.5.	Fragestellung	9
2.	Patientengut und Methodik	10
2.1.	Patientengut	10
2.2.	Untersuchungsmethodik	11
3.	Ergebnisse	12
4.	Diskussion	18
5.	Zusammenfassung	29
6.	Literaturverzeichnis	33
7.	Bildanhang	38

1. EINLEITUNG

Die Ultraschalldiagnostik hat als morphologisches Untersuchungsverfahren einen festen Platz in der Klärung renaler Erkrankungen. Der klinische Wert der Nephrosonographie im Vergleich mit der herkömmlichen Röntgendiagnostik, der Angiographie und Computertomographie in der Differenzierung raumfordernder Prozesse, die Diagnostik von Hydronephrosen und Zysten, der Klärung einer röntgenologisch einseitig stummen Niere und bei eingeschränkter Nierenfunktion sowie zur Verlaufskontrolle transplanterter Nieren ist gut dokumentiert (6, 36).

Die Zahl der Veröffentlichungen über den Wert der Sonographie in der Diagnostik von Nierensteinen hat in den letzten Jahren ständig zugenommen (1, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 43, 44). Ihre Einschätzung ist jedoch bisher nicht einheitlich, der Stellenwert wird in älteren Arbeiten teilweise noch gering beurteilt (23, 28). Der Grund dafür liegt in erster Linie in anatomisch-physikalischen Gegebenheiten: Während sich ein Gallenstein in der echofreien Gallenblase gut erkennen läßt, ist das Steinecho in der Niere von den umgebenden Pyelonechos nur schwer zu differenzieren (36). Bei massiver Harnstauungsniere hingegen ist das Steinecho relativ leicht zu erkennen.

Zielsetzung dieser Arbeit war es, anhand unseres Krankengutes den derzeitigen Stand der sonographischen Nierensteindiagnostik im Hinblick auf Treffsicherheit, Sensitivität, Spezifität und Problematik zu erfassen, um ihren Stellenwert im Vergleich zu konventionellen röntgenologischen Untersuchungsverfahren, d. h. Abdomenleeraufnahme, Tomographie, Ausscheidungsurographie und z. T. Computertomographie zu dokumentieren.

1.1. Definition

1.1.1. Urolithiasis

Harnsteine sind pathologische, feste Gebilde, die sich im Bereich der Harnwege, seltener in mit den Harnwegen kommunizierenden Räumen entwickeln. Die Urolithiasis ist kein Krankheitsbild sui generis, sondern ein Produkt zahlreicher, teils unbekannter, zum großen Teil bekannter pathologischer und unphysiologischer anderer Geschehen des Organismus (49).

1.1.2. Nephrokalzinose

Im Nierenparenchym nachweisbare Verkalkungen werden vielfach von klinischer und röntgenologischer Seite mit dem Sammelbegriff Nephrokalzinose bezeichnet. Im

eigentlichen Sinne sollten als Nephrokalzinose nur jene Verkalkungen im Nierenparenchym bezeichnet werden, die aufgrund von Stoffwechselstörungen in der Niere entstehen (metastatische Nephrokalzinose). Verkalkungen anderer Ätiologie, z. B. aufgrund von nekrotischem Nierengewebe, wären dagegen als dystrophische Verkalkungen zu bezeichnen (49). In der vorliegenden Arbeit sollen sowohl die dystrophischen Verkalkungen als auch die metastatische Nephrokalzinose unter den Begriff Nephrokalzinose subsumiert werden.

1.2. Pathogenese

1.2.1. Urolithiasis

Die Steinbildung wird durch endogene Faktoren wie Stoffwechselstörungen, Hyperurikämie, Hyperkalzurie, Osteoporosen, Skelettmetastasen und anderen Knochenaffektionen, Vitamin-D 2-Überdosierungen, Nephropathien, Zystinurie, Oxalose u.a. begünstigt. Ferner sind exogene Faktoren, wie z. B. Traumen, Fremdkörper, Ernährungsweise oder neurogene Störungen dafür bekannt, daß sie die Steinbildung fördern. Schließlich sind lokale Faktoren wie chronische Stauung und entzündliche Erkrankungen der Harnwege für die Lithogenese von Bedeutung (49).

1.2.2. Nephrokalzinose

Der metastatischen Nephrokalzinose liegt in erster Linie ein vermehrtes Kalziumangebot zugrunde (Hyperkalzämie, Hyperkalzurie). Ferner kann Kalzium bei alkalischer oder azidotischer Stoffwechsellage ausfallen, oder die Ausscheidung aus dem Darm kann reduziert sein. Eine Ausscheidungsbehinderung durch die Nieren muß offenbar nicht vorhanden sein. Die metastatische Nephrokalzinose wird bei Hyperparathyreoidismus, knochendestruierenden Prozessen, anderweitigem Knochenabbau, Karzinom ohne sichtbare Knochenmetastasen, idiopathischer Hyperkalzämie, Vitamin-D-Hypervitaminosen, Morbus Boeck, Milch-Alkali-Syndrom (Burnett-Syndrom), hyperchlorämischer Acidose, aber auch, obwohl seltener, bei chronischer Pyelonephritis und chronischer Glomerulonephritis beobachtet (49).

1.3. Chemische Zusammensetzung der Steine und Absorptionsvermögen für Röntgenstrahlen

Vom chemisch-kristallographischen Standpunkt her können folgende Steinarten unterschieden werden:

1. Uratsteine: Reine Harnsäure, Natriumurat, Ammoniumurat.
2. Oxalatsteine: Whewellit, Weddelit.

3. Phosphatsteine: Apatit, Kalziumkarbonat, Brushit, Struvit, Aragonit.

4. Zystinsteine.

5. Xanthinsteine.

Monomineralische Harnsteine sind relativ selten, meist handelt es sich um polymineralische Steine, die entweder aus verschiedenen chemischen Bestandteilen einer dieser Gruppen oder aus chemischen Bestandteilen von mehreren dieser Gruppen bestehen. Das Absorptionsvermögen dieser Steinarten für Röntgenstrahlen ist abhängig von ihrem spezifischen Gewicht und der Wellenlänge der verwendeten Röntgenstrahlen. Abhängig von diesen beiden Faktoren ist auch die Darstellbarkeit der Harnsteine auf den Übersichtsaufnahmen ohne Kontrast. Ist das spezifische Gewicht größer als 1 (Wasser, Weichteile des menschlichen Körpers) oder nahe daran, so ist das Absorptionsvermögen größer; die Steine bilden sich als Schatten ab. Im umgekehrten Fall, wenn das spezifische Gewicht der Steine 1 beträgt oder darunter liegt, ist das Absorptionsvermögen kleiner; die Steine bilden sich nicht als Schatten ab. Daher auch die röntgenologische Bezeichnung "schattengebende", d. h. auf der Abdomen-Übersichtsaufnahme erkennbare Konkreme, und "nicht schattengebende" Harnsteine.

Oxalat- und Phosphatsteine, aber auch Zystinsteine sind als schattengebend zu bezeichnen, während Urat- und Xanthinsteine nicht schattengebend sind (49).

1.4. Röntgendiagnostische Methoden

1.4.1. Konventionelle Röntgendiagnostik

Folgende radiologische Methoden sind für die Abklärung des Steinleidens von Bedeutung: AbdomenÜbersichtsaufnahme, das AUG, die retrograde Pyelographie, nuklearmedizinische Untersuchungsmethoden präoperativ zur Bestimmung der seitengetrennten Nierenfunktion und, gelegentlich, ebenfalls präoperativ die Angiographie. Grundsätzlich haben die Übersichtsaufnahmen als Basisuntersuchung jeder anderen radiologischen Untersuchung vorauszugehen, insbesondere der Urographie oder der retrograden Pyelographie, da bei diesen Untersuchungen Konkrementen durch das Kontrastmittel überlagert werden und so dem Nachweis entgehen können. In der AbdomenÜbersichtsaufnahme sind schattengegebende Konkrementen oder schattengegebende Anteile von Konkrementen nachweisbar. Von allen Harnsteinen sind 90 - 95 % schattengebend, diese können jedoch dem Nachweis entgehen, wenn sie zu klein sind oder sich in den Knochen projizieren.- Der radiologische Nachweis der Nephrokalzinose erfolgt mittels AbdomenÜbersichtsaufnahme bzw. Tomographie. Die Bestimmung der Zugehörigkeit der Verkalkungen zum Nierenparenchym kann mittels Urographie oder retrograder Pyelographie durchgeführt werden (49). Nach Schinz (1974) entgehen jedoch infolge der geringen Größe der Verkalkungen viele dem röntgenologischen

Nachweis. Dies trifft vor allem für die Papillennekrosen zu. Unter diesem Sammelbegriff versteht man alle nekrotisierenden Veränderungen der Papillenspitze und der papillennahen Markanteile. Sie sind bei entzündlichen Erkrankungen wie Pyelonephritis und Tuberkulose zu beobachten, vorwiegend aber bei an Diabetes mellitus Erkrankten. Auch ohne die genannten Erkrankungen können Papillennekrosen auftreten, deren nähere Ursachen noch nicht geklärt sind. Die Übersichtsaufnahme kann mitunter Verkalkungen bei Papillennekrosen in der Ein- oder Mehrzahl nachweisen, wenn sie hinreichend groß sind, was jedoch in der Regel meistens nicht der Fall ist.

1.4.2. Sonographische Nierensteindiagnostik

Die sonographischen Kriterien sind ein helles Steinecho und der dazugehörige Schallschatten (3, 6, 8, 11, 13, 14, 17, 28, 35, 36, 43, 44). Der Nachweis dieser Kriterien ist von mehreren Parametern abhängig: Von der physikalischen Struktur des Steines, der Frequenz des Schallkopfes, der Breite des Schallfeldes, der Lage des Steines zum Fokus des Schallkopfes (19) und vor allem von der Größe des Steines (18). Der sonographische Konkrementnachweis ist unabhängig vom Kalksalzgehalt (19, 36). Auch röntgennegative Steine ergeben einen Schallschatten.

1.4.3. Computertomographische Nierensteindiagnostik

Aufgrund des Auflösungsvermögens auch geringer Dichteunterschiede durch die CT lassen sich sowohl röntgenpositive als auch röntgennegative Steine nachweisen, die transversale Schichtebene ermöglicht außerdem die Zuordnung von Verkalkungen zum Parenchym bzw. zum Nierenbeckenhohlssystem (16). Der Ausschluß eines Nierensteins bzw. der sichere Nachweis eines kleinen Konkrements erfordert jedoch eine komplette Untersuchung der Nieren in kontinuierlichen und u. U. sogar Überlappenden Schnitten (42).

1.5. Fragestellung

Die vorliegende Arbeit versucht zu klären, wie sicher der Ultraschall im Nachweis röntgennegativer und röntgenpositiver Konkremente bzw. Parenchymverkalkungen im Vergleich zur Abdomenleeraufnahme, Tomographie, Ausscheidungsurographie, ggf. zur retrograden Pyelographie und Computertomographie in Abhängigkeit von der Steingröße bzw. der Zusammensetzung des Nierensteines ist.

2. PATIENTENGUT UND METHODIK

2.1. Patientengut

In einer retrospektiven Studie wurden über den Zeitraum von März 1980 bis Oktober 1982 an der Klinik und Poliklinik für Radiologie die Befunde von 310 Patienten analysiert und ausgewertet, die entweder bereits mit der Verdachtsdiagnose Nierensteine zur Sonographie überwiesen worden waren (184 Patienten) oder bei denen bei anderer klinischer Fragestellung im Rahmen einer Oberbauch-Sonographie "zufällig ein Nierenstein" diagnostiziert bzw. der Verdacht auf einen solchen geäußert wurde (126 Patienten). Die Ergebnisse wurden auf die Anzahl untersuchter Organe $n = 630$ (Mehrfachuntersuchungen) bezogen.

Die Sicherung bzw. Abklärung der Diagnosen erfolgte unter Berücksichtigung sämtlicher Untersuchungsverfahren (Abdomenleeraufnahme, Tomographie, AUG, retrograde Pyelographie, Computertomographie, Operation bzw. Urinstatus und klinische Verlaufskontrolle). Bei 508 Befunden war dieser Vergleich möglich. 122 Ultraschalldiagnosen konnten mit keiner anderen Untersuchungsmethode korreliert werden, da der sonographischen Verdachtsdiagnose nicht weiter nachgegangen wurde. In diesen Fällen wurde die sonographische Verdachtsdiagnose lediglich mit dem klinischen Verlauf

korreliert bzw. die sonographische Diagnose hinsichtlich der Sicherheit des Steinnachweises retrospektiv nochmals überprüft. Ebenso wurden diejenigen Ultraschallbefunde, bei denen die sonographische Diagnose nicht mit der klinischen Diagnose bzw. mit den oben angegebenen Methoden übereinstimmte, nochmals retrospektiv anhand der Ultraschallbilder sowie der vorhandenen Röntgenaufnahmen gesichtet, um die Diskrepanz im Vergleich zur konventionellen Röntgendiagnostik aufzufinden. In einigen zweifelhaften Fällen wurden weitere erfahrene Untersucher konsultiert.

2.2. Untersuchungsmethodik

Die Ultraschalluntersuchungen wurden mit Realtime-Geräten der Firma Kretz Combison 100 2,5 MHz Schallkopf, der Firma Siemens RA 1 3,5 MHz und der Firma CHF Sonodiagnost R 2000 3,5 MHz durchgeführt. Dabei erfolgten die Untersuchungen der Nieren bei rein renaler Fragestellung ohne jegliche Vorbereitung des Patienten; im Rahmen einer Oberbauchsonographie waren die Patienten jeweils nüchtern. Beide Nieren wurden systematisch in kontinuierlichen Längs- und Querschnitten untersucht, die rechte Niere durch das Schallfenster der Leber meist von ventral in Rückenlage des Patienten, in sehr seltenen Fällen in Linksseitenlage von ventrolateral, die linke Niere wurde von links-

lateral bzw. laterodorsal dargestellt. In sehr seltenen Fällen war zur Darstellung der linken Niere eine Kopftiefelage bzw. Skoliose-Lagerung des Patienten erforderlich. Die Dauer der Untersuchung für beide Nieren lag abhängig von der Erfahrung des Untersuchenden zwischen 3 und 15 Minuten.

3. ERGEBNISSE

Die 630 Befunde (einige Patienten sind mit gleicher Überweisungsdiagnose mehrmals untersucht worden) teilen wir in drei Gruppen ein:

Gruppe A: 502 Ultraschallbefunde, die mit Ergebnissen anderer Untersuchungsmethoden verglichen werden konnten und die eindeutig als richtig/falsch positiv bzw. negativ eingestuft wurden.

Gruppe B: Sechs sonographische Diagnosen, deren endgültige Beurteilung bzw. Einstufung trotz kritischer Prüfung sämtlicher Befunde nicht definitiv möglich war.

Gruppe C: 122 Befunde, die nur mit dem klinischen Verlauf, der Anamnese und den laborchemischen Befunden korreliert werden konnten, da der sonographischen Verdachtsdiagnose nicht weiter nachgegangen wurde.

Wir fanden in Gruppe A 86 richtig positive Befunde (entspricht 17,1 %).

Bestätigt wurden diese Befunde elf mal durch das Computertomogramm, wobei zusätzlich einmal das AUG und zwei mal die Abdomenleeraufnahme negativ waren und einmal eine Niere stumm blieb. Elf mal fand sich eine Übereinstimmung mit Ausscheidungsurogramm und Computertomogramm. Ein Stein war anamnestisch bekannt. 64 Fälle wurden über das Ausscheidungsurogramm bestätigt, wobei drei mal das Computertomogramm negativ war. In 25 Fällen wurde die richtige Diagnose Nephrolithiasis im Rahmen einer Oberbauchsonographie gestellt (29 %), bei einer nicht mit den Nieren zusammenhängenden Fragestellung, d. h. als Zufallsbefund.

Insgesamt 367 mal wurde in der Gruppe A eine richtig negative Diagnose bezüglich der Nierensteine gestellt (73,1 %).

Die negativen Befunde wurden bestätigt: 33 mal durch CT und AUG, 11 mal durch CT und Abdomenleeraufnahme, 30 mal durch CT (die Nieren wurden in kontinuierlichen Schnitten komplett untersucht), einmal durch Operation (der US erfolgte postoperativ), zwei mal durch Autopsie und 240 mal durch das Ausscheidungsurogramm.

Elf mal wurde sonographisch eine falsch negative Diagnose gestellt (2,2 %).

Die zwei größten Steine waren jeweils 6 - 7 mm groß und wurden nicht diagnostiziert, obwohl die Überweisungs-

diagnose Verdacht auf Nierensteine lautete. Einer dieser Steine war retrospektiv eindeutig sonographisch durch Steinreflex und Steinschatten nachweisbar, wurde aber nicht beschrieben.

Im anderen Fall erfolgte die Untersuchung mit einem linearen Schallkopf, der wegen Ankoppelungsschwierigkeiten eine sorgfältige, schichtweise und komplette Untersuchung der Nieren offensichtlich nicht ermöglichte.

In sechs Fällen waren die Steine kleiner als 5 mm, d.h. meist zwischen 2 und 5 mm im Durchmesser. Bei drei Steinen ließ sich die Größe nicht mehr feststellen, da die Röntgenbilder fehlten, der Stein aber im Befund ohne Größenangabe beschrieben worden war.

Nachgewiesen wurden acht Steine mit dem AUG, zwei Steine waren im CT sichtbar, ein Stein war sowohl durch AUG als auch durch CT gesichert.

In 38 Fällen wurde bei der primären Ultraschalluntersuchung ein falsch positiver Befund erhoben, d. h. die Diagnose Nierenstein wurde gestellt oder der Verdacht auf Nierensteine erhoben, ohne daß diese durch AUG (32 Fälle), Computertomogramm (2 Fälle) oder Abdomenleeraufnahme (4 Fälle) bestätigt werden konnten. Bei der retrospektiven Überprüfung der falsch positiven Befunde ergab sich folgendes Bild:

18 mal konnte die primäre Diagnose bei der retrospektiven Überprüfung nicht mehr aufrechterhalten werden,

da die sonographischen Steinkriterien (Reflex plus Schatten) fehlten. In einem Fall wurde ein eindeutiger Gallenstein als Nierenkonkrement fehlgedeutet. In einem weiteren Fall handelte es sich um eine verkalkte Nierentuberkulose, wobei die typischen Steinkriterien, d. h. heller Schallreflex und dahinterliegender Schallschatten nachweisbar waren (3, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 28, 35, 36, 43). Eine entsprechende Fehldiagnose wird von G. Braun u. a. (1981) beschrieben. Die restlichen 18 Fälle bedürfen weiterer differentialdiagnostischer Überlegungen, die noch ausführlich diskutiert werden sollen. Es handelt sich durchweg um helle Schallreflexe, die sonographisch an der Parenchym/Pyelonephrosengrenze gelegen sind, wobei jedoch kein Schallschatten gegeben wurde. In fünf dieser Fälle waren auf den entsprechenden Röntgenaufnahmen Verkalkungen im Nierenparenchym nachweisbar. Insgesamt ergeben sich somit 7,6 % falsch positiver Befunde.

Zusammenfassend ergeben sich für die Befunde der Gruppe A folgende statistische Werte: Treffsicherheit: 0,90 entsprechend 90 %. Sensitivität: 0,89 entsprechend 89 %. Spezifität 0,91 entsprechend 91 %.

In der Gruppe B befinden sich sechs Patienten, bei denen die positive primäre Ultraschalldiagnose auch retrospektiv aufrechterhalten wird, obwohl in je zwei Fällen das Ausscheidungsurogramm, das CT bzw. die Abdomenleeraufnahme negativ waren. In vier Fällen spricht

neben dem eindeutigen sonographischen Steinnachweis (Reflex und Schatten) auch die Klinik für das Vorliegen von Konkrementen, die zwei durch Abdomenleeraufnahmen nicht bestätigten Fälle sind auch klinisch unauffällig. Warum wir in diesen Fällen die Ultraschalldiagnose aufrechterhalten, soll vor allem in Bezug auf die Beweiskraft der anderen diagnostischen Verfahren noch ausführlich diskutiert werden. Bezogen auf die Summe der Befunde von A und B macht die Gruppe B 1,2 % aus. Bei den Angaben über Treffsicherheit, Sensitivität, Spezifität wird die Gruppe B nicht berücksichtigt.

Die Gruppe C umfaßt 122 sonographische Diagnosen, die durch keine anderen röntgendiagnostischen Untersuchungen überprüft werden konnten. In 22 Fällen waren auf den Ultraschallaufnahmen die für einen Stein beweiskräftigen Kriterien, d. h. heller Schattenreflex im Nierenhohlraum und dazugehöriger Schallschatten, erfüllt (3, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 28, 35, 36, 43). Von diesen haben elf einen für das Vorliegen eines Steines höchst charakteristischen klinischen Befund und/oder einen typischen Verlauf (z. B. Mikrohämaturie, Koliken). Elf mal war die Klinik ohne Symptomatik. Diese Gruppe macht auf die Gesamtzahl der Befunde von Gruppe C 18 % aus. Wenn man davon ausgeht, daß dies richtig positive Befunde sind, so entspricht dieser Prozentsatz dem prozentualen Anteil der richtig positiven Befunde in Gruppe A (17,1 %) ziemlich genau.

Nicht sehr überzeugend ist die retrospektive Auswertung negativer Ultraschallbefunde in Gruppe C. Von den 91 Befunden dieser Kategorie wiesen 47 einen klinischen Verlauf auf, der gegen das Vorliegen eines Steines zum Zeitpunkt der sonographischen Untersuchung sprach (Untersuchung nach Steinabgang, als Kontrolle beschwerdefreier Patienten bei Zustand nach Nierensteinoperationen, uncharakteristische Beschwerden, die auf unspezifische Therapie wie z. B. Maaloxan ansprechen, dringender Verdacht auf psychosomatische Beschwerden).

44 der negativen Befunde wurden bei Patienten erhoben, die ein für Nephrolithiasis uncharakteristisches Beschwerdebild aufwiesen. Dies entspräche 75 % richtig negativer Befunde in Gruppe C, bei 73,1 % richtig negativer Befunde in Gruppe A.

Die verbleibenden neun Befunde gehören retrospektiv in die Gruppe der falsch positiven Diagnosen. Fünf mal hatten wir einen Befund, der retrospektiv gesehen nicht als Stein hätte gedeutet werden dürfen (sonographische Steinkriterien waren nicht erfüllt) - entsprechend den 18 falsch positiven Befunden der Gruppe A, bei denen ein heller Schallreflex, aber kein Schallschatten sichtbar war, und deren differentialdiagnostische Möglichkeiten noch auszudiskutieren sind.

Vier mal war die primäre Ultraschalldiagnose "Stein" nicht reproduzierbar. Mit 7,4 % in Gruppe C entspräche der Prozentsatz der falsch positiven Befunde dem Pro-

zentsatz der falsch positiven Befunde der Gruppe A (7,6 %) sehr genau. Wegen der ungenügenden Überprüfbarkeit der Befunde von Gruppe C verzichten wir auf die Angabe von Treffsicherheit, Sensitivität und Spezifität.

4. DISKUSSION

Der sonographische Nachweis eines Nierensteines beruht auf dem Vorhandensein von Steinreflex und dazugehörndem Schallschatten (3, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 28, 35, 36, 43, 44), d. h. auch bei uns waren nur in zwei der 38 falsch positiven Befunde der Gruppe A diese Kriterien erfüllt. Unter den 38 falsch positiven Befunden (7,6 %) waren eindeutige Schallschatten nur in zwei Fällen nachweisbar: Der als Nierenkonkrement fehlinterpretierte Gallenstein und die verkalkte Nierentuberkulose, eine Fehldiagnose, die, wie bereits erwähnt, von Braun u. a. (1981) schon beschrieben worden ist. Dabei ist zu beachten, daß bei den kleinsten in unserer Untersuchungsreihe richtig diagnostizierten Nierensteinen (3 mm lang) ein eindeutiger, scharf begrenzter Steinschatten nachweisbar war, wobei zu diskutieren bleibt, ob das wahre Steinvolumen durch röntgennegative Anteile nicht größer ist als röntgendiagnostisch sicht-

sichtbar wird (36).

Diskutiert werden soll, was als Ursache für die in 18 Fällen sichtbaren hellen Echos an der Parenchym-Pyelon-Grenze ohne Schallschatten differentialdiagnostisch in Frage kommt.

Wir haben bereits erwähnt, daß in fünf dieser Fälle auf den Röntgenaufnahmen diskrete Verkalkungen im Parenchym im Sinne einer Nephrokalzinose nachweisbar waren, die retrospektiv mit dem sonographischen Befund vereinbar sind. Die Verkalkungen sind nach Vogler (1974) in der Regel in der Markregion gelegen, sind punkt-, stippchen-, streifenförmig und finden sich anfangs besonders in der Gegend der Papillenspitze. Dies stimmt mit unserer Beobachtung hinsichtlich der Lage der Reflexe an der Parenchym-Pyelon-Grenze in bemerkenswerter Weise überein. Für die restlichen 13 Fälle müssen wiederum Verkalkungen differentialdiagnostisch in Betracht gezogen werden, obwohl auf den entsprechenden Übersichtsaufnahmen keine korrelierenden Befunde erhoben werden konnten. Denn nach Schintz (1974) kann die Übersichtsaufnahme mitunter Verkalkungen nachweisen, unter der Voraussetzung, daß sie groß genug sind. Infolge der geringen Größe der Verkalkungen entgehen jedoch viele dem röntgenologischen Nachweis.

Mit dem Problem Nierenstein und Nierenparenchymverkalkung beschäftigen sich bereits mehrere Autoren. So waren in einer Arbeit Verkalkungen überhaupt nicht

nachweisbar (20), während andere Autoren (6) darauf hinweisen, daß zwischen Nierenstein und Nierenparenchymverkalkung nicht immer unterschieden werden konnte, wobei es bei einer geringen diffusen Nierenparenchymverkalkung anscheinend nicht zur Ausbildung eines Schallschattens kommt (48), obwohl ein heller Schattenreflex sichtbar ist. Daneben kommen auch weitere Veränderungen des Nierenparenchyms bei allen diesen Fällen in Betracht. Da die Sonographie aufgrund der unterschiedlichen Schalleitwiderstände Gewebsdichtedifferenzen von bis zu 1 % nachzuweisen vermag (25), sollte auch fibrotischen Veränderungen an der Parenchym-Pyelon-Grenze eine differentialdiagnostische Beachtung zuteil werden, da sie sich auch als echogebende Strukturen darstellen (16). Die Abgrenzung narbiger Parenchymveränderungen von Verkalkungen kann nach G. Fenzl (1982) schwierig sein, computertomographische Dichtmessungen lassen aber möglicherweise eine Differenzierung Narben-Parenchymverkalkung zu.

Dasselbe Problem bei der intraoperativen Ultraschalluntersuchung wird von J. C. Rageth und H. P. Vontobel (1982) angesprochen. Grundsätzlich müssen nach F. G. Mulholland u. a. (30) auch "Abszesse, die mikroskopische Luftbläschen enthalten und Angiomyolipome", nach H. M. Roters (1979) auch polypoide Tumoren, Blutkoagel, Narben und Luft differentialdiagnostisch in

Betracht gezogen werden, solange keine Schallschatten vorliegen (30, 36).

Im Hinblick auf die elf falsch negativen Befunde wollen wir folgendes von vornherein festhalten: Die Grenzen der Steinerkennbarkeit spielen für den Stellenwert der Sonographie in der Nierensteindiagnostik eine wichtige Rolle (6). Sie sind allerdings noch nicht definiert.

Die in der Literatur als Mindestgröße eines Steins angegebenen Werte reichen von 2 cm (5) über 1,5 cm (8, 31), 6 mm (28), 4 - 5 mm (41), 3 mm intraoperativ (43) und an Leichennieren (36), 2 mm bei in vitro Untersuchungen an Schweinenieren (44, 15) bis zu der Feststellung von H. Heynemann (1980), daß nicht die Größe eines Steines für die Nachweisbarkeit von ausschlaggebender Bedeutung sei, sondern vielmehr seine Oberflächenbeschaffenheit. Dem widersprechen die experimentellen Arbeiten an Gallensteinen von B. A. Carroll (1978) und B. Frentzel-Beyme (1983).

Wir können zu diesem Problem folgendes beitragen: 3 mm große Steine sind unter routinemäßigen Bedingungen eindeutig nachgewiesen, andererseits jedoch größere Steine (bis zu 6 - 7 mm) primär übersehen worden. Von Carroll wird als Ergebnis einer experimentellen Studie an Gallensteinen angegeben, daß Steine unabhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung unter 3 mm Durchmesser keine Schallschatten geben und damit heute nicht sicher nachweisbar sind. Erste Erfahrungen von P. Faul (1981) bei

der intraoperativen Steinsuche mittels Ultraschall zeigten, daß bei der experimentellen Studie an eröffneten Schweinenieren im Wasserbad mit einem 4,5 MHz-Schallkopf Konkreme nte bis zu einem Durchmesser von zwei mm auch in einer Tiefe von bis zu 5 cm exakt lokalisierbar waren. Hier dürfte einerseits die absolute Grenze der gegenwärtigen Nachweisbarkeit bei Schallköpfen mit einer Frequenz von kleiner als 4,5 MHz liegen. Andererseits waren vier der von uns übersehenen Steine zwischen 3 und 5 mm groß, und die von Frentzel-Beyme (1983) in einer experimentellen Studie übersehenen Steine ohne Schallschatten waren sogar wesentlich größer (0,2 - 1,2 cm). Daraus wurde gefolgert, daß bei kleinen Konkrementen die Größe des Konkrementes keinen direkten Einfluß auf die Ausprägung des Schallschattens habe und die Oberflächenbeschaffenheit für die Entstehung des Schallschattens bedeutungslos sei. Konkreme nte mit der niedrigsten akustischen Impedanz hätten seltener einen Schallschatten. Die Entstehung eines Schallschattens sei hingegen eindeutig abhängig von der Lage des Konkrementes zum Fokusbereich und der Breite des Schallbündels, d. h. : liegen Konkreme nte zentral im Schallbündel und in der Fokusebene des Schallkopfes, so werden sie als echodichte Strukturen mit Schallschatten abgebildet (19).

Unter Berücksichtigung dieser technischen Fakten schlie-

Ben wir uns der Beobachtung von Rageth und Vontobel (1982) an: "Steindiagnostik mit Ultraschall ist dann problematisch, wenn es sich um Konkremente mit einem Durchmesser unter 5 mm handelt."

Steine über 5 mm Größe sind in aller Regel nachweisbar, gelegentliche Fehldiagnosen jedoch, wie wir sie selber beobachtet haben, können leider nicht völlig ausgeschlossen werden.

Die Zusammensetzung der Steine spielt bei der Nachweisbarkeit im Gegensatz zu den Angaben von Cunningham (1976) und in Übereinstimmung mit der Meinung der Mehrzahl der Autoren (3, 8, 14, 16, 17, 19, 20, 30, 31, 36) keine Rolle. Der Einfluß von Form und Oberfläche wird in den bereits zitierten Arbeiten von Carroll (1978) und Frentzel-Beyme (1983) bestritten, von W. Fiegler (1981) jedoch erwogen. Diese Autoren diskutieren aber ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Schalleinfallswinkel (12, 18) bzw. Lage des Steine zum Fokusbereich (19) und der Nachweisbarkeit von Reflexen und Schallschatten. Von größerer klinischer Bedeutung erscheint uns die Erfahrung des Untersuchenden (33) zu sein. Zusammenfassend diskutieren wir die richtig positiven und richtig negativen Befunde.

Unser Ergebnis einer Treffsicherheit von 90 % ist schlechter als das Resultat von H. M. Roters (1979) an 54 Patienten, der auf eine Treffsicherheit von 96,3 % kommt.

Dies könnte zum einen daran liegen, daß wir eine weit größere Anzahl von Befunden zur Verfügung hatten, aber auch daran, daß es sich bei der erwähnten Arbeit um eine prospektive Studie handelte, was sicherlich Auswirkungen auf die Genauigkeit der Untersuchungen gehabt hat. Unsere Ergebnisse ließen sich vor allem durch eine Verringerung der falsch positiven Diagnosen erheblich verbessern.

Erwähnenswert ist, daß von den 76 Fällen, in denen ein Stein sonographisch richtig diagnostiziert worden war und daneben noch ein Ausscheidungsurogramm vorlag, zwei Ausscheidungsurogramme zu einem primär negativen Befund geführt haben. Der entsprechende Stein wurde einmal im CT und einmal retrospektiv im Ausscheidungsurogramm sicher diagnostiziert. Von den 22 Fällen, in denen ein CT vorlag, wurde zweimal das Konkrement im CT-Befund nicht direkt beschrieben, durch Ausscheidungsurogramm und Sonographie jedoch zweifelsfrei nachgewiesen. Die Nieren wurden allerdings computertomographisch nicht kontinuierlich dargestellt. Bei diesen Angaben sind die Befunde von Gruppe B nicht berücksichtigt, sie sollen im folgenden diskutiert werden.

Es handelt sich um 6 Befunde, in denen primär sonographisch die Diagnose Nephrolithiasis gestellt worden war und dieser Befund retrospektiv aufrechterhalten wird, obwohl in zwei Fällen eine negative Abdomenleeraufnahme

ohne Tomographie, zwei mal ein negatives CT und zwei mal ein negatives Ausscheidungsurogramm vorliegen.

Die Aussagekraft einer negativen Abdomenübersichtsaufnahme ist begrenzt, vor allem dann, wenn keine Leertomogramme angefertigt werden. Nach Schinz (1974) schwankt der Prozentsatz der mittels Übersichtsaufnahme auch unter günstigen Bedingungen nicht nachweisbaren, also nicht schattengebenden Konkremente zwischen 5 und 10 %. Wohlgedenkt: unter "günstigen Bedingungen". H. M. Pollack u.a. (1978) geben allein den Prozentsatz von reinen Harnsäuresteinen in den USA mit 8 % an. Da kein AUG vorliegt, röntgennegative Steine aber nur durch ein solches nachweisbar wären, spricht nichts gegen die sonographische Diagnose Stein.

Zu den zwei Fällen mit negativem AUG:

Das primär durchgeführte AUG erbringt nach Breit (1975) in 91 % der Fälle die richtige Diagnose. G. Fenzl (1982) gibt die Nachweiswahrscheinlichkeit eines Steines durch das AUG in der Radiologischen Klinik und Poliklinik der Universität München mit 78 % an. Angesichts dieser Zahlen erlauben wir uns beim Vorliegen eindeutig positiver Ultraschallbefunde auch hier, die Richtigkeit der sonographischen Diagnosen in Betracht zu ziehen.

Zu den zwei Fällen mit negativer CT:

Daß wir in 9 % der CT-Befunde falsch negative Ergebnisse hatten (s. o.), lag zum Teil an der nicht kontinuierli-

chen CT-Schichtung, da die Nieren im Rahmen anderer klinischer Fragestellungen nicht komplett untersucht wurden. A. J. Segal u.a. (1978) beschreiben, daß ihnen der Nachweis von Konkrementen mit der Computertomographie bis zu einer Größe von 0,5 cm eindeutig und problemlos möglich war. Nach ihrer Meinung erfordert der sichere Nachweis (und damit auch der Ausschluß) von kleineren Konkrementen fortlaufende, unter Umständen sogar sich überlappende CT-Schichten.

Es erscheint uns daher nicht ausgeschlossen, daß in diesen zwei Fällen bei der Computertomographie die Steine nicht dargestellt worden sind, die sonographischen Befunde also möglicherweise richtig positiv sind. Im folgenden soll noch auf die Möglichkeit falsch positiver sonographischer Steindiagnosen trotz Vorliegen eindeutiger Steinkriterien hingewiesen werden.

Differentialdiagnostisch muß bei Vorliegen von Schallreflex und Schallschatten auch an die Möglichkeit intrarenaler Gasansammlungen gedacht werden (6, 17, 18, 30, 33, 36).

Rageth und Vontobel (1982) sprechen diese differentialdiagnostische Möglichkeit im Zusammenhang mit intraoperativer Eröffnung des Pyelons an. Der Hinweis von Braun (1981) bezieht sich auf Nierenemphyseme bei Infektionen durch gasbildende Bakterien nach Nierentransplantationen. (Diese Möglichkeiten können wir bei der Diskussion unserer Befunde in Gruppe B ausschließen.)

Fiegler (1981) erwähnt die Möglichkeit intrarenaler Luftansammlungen nach Fisteln, Ureterimplantationen und nach Entzündungen, die durch gasbildende Bakterien erzeugt werden. (Wir können diese Möglichkeiten in den sechs Fällen von Gruppe B nicht grundsätzlich ausschließen.) Nach Mulholland u.a. (1979) kann die Anwesenheit von intrarenalem Gas leicht auf der Abdomenaufnahme nachgewiesen werden, eine Behauptung, der wir in dieser Form nicht zustimmen können, weil intrarenale Luft durch Darmgasüberlagerungen bedingt erhebliche diagnostische Schwierigkeiten bereitet und eine Diagnosesicherung erst durch Tomographien der Nieren beweisend wäre.

Andererseits halten W. Fiegler und R. Felix (1981) die von intrarenalen Gasansammlungen ausgehenden Schallschatten von lithogenen Schallschatten im Ultraschall für unterscheidbar, da sie im ersten Fall im Gegensatz zum zweiten unscharf gerandet sind und Wiederholungsechos enthalten (17). Insgesamt jedoch sind intrarenale Gasansammlungen selten (6) und als Ursache unserer Schallschatten eher unwahrscheinlich.

Mindestens zwei Autorenkollektive (6, 34) attestieren der Ultraschalldiagnostik von Nierenkonkrementen Überlegenheit gegenüber dem Ausscheidungsurogramm bei nicht schattengebenden Steinen und bei eingeschränkten Nierenfunktionen (14, 36). Ein weiteres großes Einsatzfeld

bietet die Sonographie als komplementäre Untersuchungsmethode zur schnellen Diagnose nicht schattengebender Füllungsdefekte im Ausscheidungsurogramm, die in 10 - 20 % der Fälle keine gesicherte Ätiologie haben (5), wobei die Unterscheidung Konkrement oder Tumor, die der Ultraschall ermöglicht, im Hinblick auf die therapeutischen Konsequenzen erhebliche Bedeutung zukommt (5, 8, 17, 30).

Als nicht strahlenbelastende Untersuchung bietet sich die Sonographie als Verlaufskontrolle bei der Chemolyse (Renacidin-Therapie) von Nierensteinen, der perkutanen Nephrolithotomie und bei der Diagnostik von Steinleiden in der Schwangerschaft geradezu an (5, 16, 36). Sie ist auch indiziert als primäre Untersuchungsmethode bei Kontrastmittelallergie (16, 36).

S. Edell und H. Zegel (1978) betonen den Wert der Sonographie bei dem Nachweis wenig verkalkter Steine, wenn diese neben einem schattengebenden Stein vorliegen und besonders leicht übersehen werden können. Von mehreren Autoren wird die Möglichkeit der Sonographie als Screening-Untersuchung bei Patienten mit erhöhter Disposition zu Nierensteinen, d. h. bei Hyperurikämie, Leukämie (36) und Ileostomaträgern (31, 36) besonders hervorgehoben, da die Chancen einer konservativen Nierensteintherapie um so größer sind, je kleiner das Konkrement ist, d. h. je früher es entdeckt wird (36). Wir

möchten noch die Patienten mit Hyperparathyreodismus, der in 5 % aller Fälle Ursache für Steinkrankheit ist (37), zu der Gruppe der für eine Screening-Funktion der Ultraschall Diagnostik besonders geeigneten Patienten hinzufügen.

Da die Häufigkeit des Harnsteinleidens in den industrialisierten Ländern mit 1 - 2 % angenommen wird (47), die Vorteile der sonographischen Untersuchung hingegen das Fehlen von Nebenwirkungen, die geringe Belastung des Patienten und die beliebig häufige Wiederholbarkeit sind (36), kommen zwei von uns häufig zitierte Autoren zu völlig verschiedenen Schlußfolgerungen: H. M. Roters und K. Scherer (1979) betrachten die Sonographie als Screening-Methode als zu aufwendig, B. Braun und Mitarbeiter (1981) hingegen stellen fest, daß "der schnell, kostengünstig und komplikationslos durchführbaren Ultraschall Diagnostik eine Screening-Funktion zukommen könnte."

5. ZUSAMMENFASSUNG

In einer retrospektiven Studie wurden zwischen März 1980 und Oktober 1982 an der Klinik und Poliklinik für Radiologie die Befunde von 310 Patienten analysiert, die entweder bereits mit der Verdachtsdiagnose Nierensteine zur

Sonographie überwiesen wurden (184 Patienten) oder bei denen bei anderer klinischer Fragestellung im Rahmen einer Oberbauchsonographie ein Nierenstein diagnostiziert bzw. der Verdacht auf einen solchen geäußert wurde.

Die Ergebnisse wurden auf die Anzahl untersuchter Organe $n = 630$ bezogen.

502 Befunde konnten mit anderen bildgebenden Verfahren (Abdomenleeraufnahme, AUG, CT) und Klinik verglichen werden. Hierbei ergaben sich für die Sonographie 17,1 % richtig positive, 73,1 % richtig negative, 2,2 % falsch negative und 7,6 % falsch positive Befunde. Die Sensitivität lag somit bei 89 %, die Spezifität bei 91 % und die Treffsicherheit bei 90 %.

29 % der von uns richtig diagnostizierten Nierensteine wurden im Rahmen einer Oberbauchsonographie ohne renale Fragestellung nachgewiesen.

Der kleinste sonographisch nachgewiesene Stein hatte eine Größe von 3 mm, der größte im Ultraschall übersehene 6 - 7 mm. Aus dieser Beobachtung und den Studien anderer Autoren ergibt sich, daß nicht die Größe des Steines alleine, sondern auch seine Lage im Fokus des Schallbündels für die Entstehung eines Schallschattens verantwortlich ist.

50 % der falsch positiven Befunde waren bedingt durch helle Reflexe im Bereich der Parenchym-Pyelon-Grenze,

bei denen allerdings das wesentliche Kriterium des Schallschattens nicht erfüllt war. Das AUG ergab in diesen Fällen keine wesentlichen Zusatzinformationen bezüglich fraglicher Steine.

Die Sonographie erscheint uns als primäres Untersuchungsverfahren bei der Abklärung eines Nierensteinverdachts geeignet, da sie bei hoher Spezifität, Sensitivität und Treffsicherheit unabhängig von der Nierenfunktion eine Aussage über Harnstauung und Steine ermöglicht.

Bei unklarem oder negativem sonographischen Befund sollte als sekundäre Untersuchung ein AUG angefertigt werden. Ebenso gilt das AUG bei der Frage nach Harnleiterkonkrementen als Basisuntersuchung, da diese sonographisch selten darstellbar sind. Nierenparenchymverkalkungen sind am sichersten durch die CT zu erfassen.

Insgesamt sehen wir den Wert der Sonographie als Screening-Untersuchung bei allen Patienten mit erhöhter Disposition zur Nephrolithiasis (Hyperurikämie, Leukämie, Ileitis terminalis, Ileostomaträger, Hyperparathyreoidismus) und als Verlaufskontrolle bei der Chemo-lyse von Nierensteinen, der perkutanen Nephrolithotomie sowie der Diagnostik von Steinleiden in der Schwangerschaft, da in diesen Fällen die Vorzüge der Sonographie als nicht invasive, kostengünstige, nebenwirkungsfreie

und damit beliebig oft wiederholbare Untersuchungsmethode, die für den Patienten wenig belastend ist, besonders zum Tragen kommen.

Korreliert man die Häufigkeit des Harnsteinleidens in den industrialisierten Ländern mit der Beobachtung, daß 29 % der richtig diagnostizierten Steine zufällig, d. h. im Rahmen einer Oberbauchsonographie ohne renale Fragestellung nachgewiesen wurden (bei Braun (1981) 32 %), so kann der sonographischen Nierensteindiagnostik im Rahmen der allgemein üblichen klinischen Untersuchungen auch eine erweiterte Screening-Funktion zukommen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Andaloro , V.A., M.Schor, J.P.Marangola: Intraoperative localization of a renal calculus using ultrasound. J.Urol.(Baltimore) 116(1976) 92.
2. Baert, A.L., Marchal, G.Wilms, W.van Dooren: Vergleich Computertomographie und Ultraschall bei Nierenerkrankungen, Röntgen-Bl.31 (1978) 641-645.
3. Bartels, H., K.F.Albrecht: Die Bedeutung der Ultraschalldiagnostik für die Urologie. Urologe B 15 (1975) 177-182.
4. Beyer, D., G.Friedmann, P.Doppstadt, W.Glückner: Leistungsbreite der Realtime-Sonographie nach Nierentransplantation. Computertomographie 1 (1981) 178-183.
5. Boccon Gibod, L., G.Correas, D.Godefroy, R.Ducellier, P.Teyssier: Calculs rénaux radio-transparents et tumeurs urotheliales. Nouv.Presse Med.1981, 10, 3231f.
6. Braun, B., H.Pernice, H.H.Dormeyer, Ch.Gebauer, P. Herzog, Ch.Kujat: Sonographische Diagnostik bei Nephrolithiasis. Dtsch.med.Wschr.106 (1981), 1030-1034.
7. Breit, A.: Wertigkeit radiologischer Methoden. Nieren - Leber - Pankreas (1975).
8. Brennan, R.E., J.A.Curtis, A.B.Kurtz, J.R.Dalton: Use of Tomography and Ultrasound in the Diagnosis of Non-opaque Renal Calculi. JAMA, Aug.8, 1980, Vol.244, No.6.
9. Bryniak, S.R., A.E.Chesley: The Use of the Doppler Stethoscope in Anatomic Nephrotomy. The Journal of Urology, Vol.126, Sept.1981.
10. Burnett, B.B.: Multiple Calculi within Noncommunicating Pyelogenic Renal Cyst. Urology. Nov.1980, Vol. XVI, No.5.
11. Caciavell, A., N.Young, A.Levine: Gray-scale Ultrasonographic Demonstration of Nephrolithiasis. Radiology 128 (1978).

12. Carroll, B.A.: Gallstones, In Vitro Comparison of physical, Radiographic, and Ultrasonic Characteristics. Am J Roentgenol 131 (August 1978) 223-226.
13. Cunningham, J.J., M.A.Cunningham: Characterization of Renal Stone Models with Gray-scale Echography. In Vitro Studies with Clinical Correlation. Urology 7 (1976) 315.
14. Edell, S., H.Zegel: Ultrasonic Evaluation of Renal Calculi. Am J. Roentgenol 130 (February 1978) 261-263.
15. Faul, P., E.Engels: Erste Erfahrungen bei der intra-operativen Steinsuche mittels Ultraschall. Ultraschall 2 (1981) 178-182.
16. Fenzl, G., A.Gebauer, J.Lissner: Aussagekraft und gestufter Einsatz röntgendiagnostischer Methoden unter besonderer Berücksichtigung von Sonographie und Computertomographie in der morphologischen Nierendiagnostik. Internist 23 (1982) 89-98.
17. Fiegler, W.: Die Sonographie bei der Differentialdiagnose nicht schattengebender Füllungsdefekte im Nierenbecken. Röntgen-Bl.34 (1981) 262-266.
18. Fiegler, W., R.Felix: Der Nierensinus im Sonogramm. Fortschr.Röntgenstr.134, 5 (1981) 540-545.
19. Frentzel-Beyme, B., R.Fähnrich, B.Arnan-Thiele: Kann die Sonographie Hinweise auf die chemische Zusammensetzung von Gallensteinen geben? Fortschr.Röntgenstr. 138, 4 (1983) 458-463.
20. Gebauer, A.: Nichtinvasive Nierendiagnostik. Sonographie und Computertomographie im Vergleich. Habilitationsschrift von Dr.A.Gebauer 1981.
21. Greenberg, M., W.S.Falkowski, B.A.Sakowicz, H.L.Nei-man, A.L.Schaeffer: Use of Tomography in the Evaluation of Filling Defects of the Renal Pelvis. The Journal of Urology Vol.127, June 1982, 1172-1176.
22. Hauri, D.: Neuere Möglichkeiten in der Steinuroidiagnostik. Schweiz.Rdschau Med. (Praxis) 67 (1978) 796-799.

23. Heynemann, H.: Ultraschalldiagnostik in der Urologie. Zeitschr.f.Urologie und Nephrologie, 1/1980, 65-69.
24. Hinman, F.JR., E.V.Cattolica: Branched Calculi: Shapes and Operative Approaches. The Journal of Urology, Vol.126, Sept.1981, 291-294.
25. Koischwitz, D., H.Frommhold, P.Brühl: Die Treffsicherheit der Sonographie in der Diagnostik von Nierenerkrankungen. Fortschr.Röntgenstr.127, 2 (1977) 97-106.
26. Kresse, H.: Anwendungsmöglichkeiten der Ultraschall-diagnostik. Rö-Praxis (1973) H.12, 286-295.
27. Leitner, G.Wolf: Kalkmilchzyste der Niere. Fortschr. Röntgenstr.132, 5 (1980) 594f.
28. Lutz, B.: Ultraschalldiagnostik in der inneren Medizin. Lehrbuch und Atlas, Springer 1978 XII 106ff.
29. Marshall, F.F., N.A.Smith, J.B.Murphy, M.Menon, R.G.Sanders: A Comparison of Ultrasonography and Radiography in the Localization of Renal Calculi. Experimental and Operative Experience. The Journal of Urology, Vol.126, Nov.1981, 576-580.
30. Mulholland, S.G., P.H.Arger, B.B.Goldberg, H.M.Pollack: Ultrasonic Differentiation of Renal Pelvic Filling Defects. The Journal of Urology Vol.122, July 1979, 14-16
31. Pollack, H.M., P.H.Arger, B.B.Goldberg, S.G.Mulholland: Ultrasonic Detection of Nonopaque Renal Calculi. Radiology 127, April 1978, 233-237.
32. Pollack, H.M., M.P.Banner: Percutaneous Nephrostomy and Related Pyeloureteral Manipulative Techniques. Urol.Radiol.2 (1981) 147-154.
33. Rageth J.C., Vontobel H.P.: Der Beitrag der Sonographie zur urologischen Diagnostik. Ultraschall 3 (1982) 62-68.
34. Rodeck, G., H.Feiber: Auswirkungen der Ultraschall-Technik auf Diagnostik und Therapie in der Urologie. Fortschr.Med.99.Jg.(1981) Nr.41, 1700-1704.

35. Rosenfield, A.T., K.J.W.Taylor, A.G.Dembner, P.Jacobson: Ultrasound of Renal Sinus: New Observations. AJR 133 (Sept.1979) 441-448.
36. Roters, H.M., K.Scherer: Ultraschalldiagnostik von Nierensteinen. Fortschr.Röntgenstr.131, 4 (1979) 379-385.
37. Rotter, W.: Lehrbuch der Pathologie. Spezielle Pathologie für den zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung. UTB Schattauer 1980, Bd.IV, 300.
38. Sanders, R.C.: The place of Diagnostic Ultrasound in the Examination of Kidneys Not Seen on Excretory Urography. The Journal of Urology Vol.114, Dec.1975, 813-821.
39. Schabel, S.I., Rittenberg, G.M., T.E.Moore, W.Lowrance: Ultrasound Demonstration of Milk of Calcium within a Colyceal Diverticulum. J.Clin.Ultrasound 8 (April 1980) 154-158.
40. Schinz, Baensch, Frommhold, Glauner, Uehlinger, Wellauer: Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Bd.5, 6.Aufl. 1974, G.Thieme Verlag Stuttgart.
41. Schmoller, H.J.: Die Ultraschalluntersuchung der Nieren in der Schwangeschaft. Röntgenpraxis 35 (1982) 69-73.
42. Segal, A.J., Spataro, R.F., Linke, C.A., Frank, J.N. Rabinowitz, R.: Diagnosis of Nonopaque Calculi by Computed Tomography. Radiology 129 (1978) 447.
43. Sigel, B., J.C.U.Coelho, R.Sharifi, W.B.Waters, D.G. Spigos: Ultrasonic Scanning During Operation for Renal Calculi. The Journal of Urology Vol.127, March 1982 421-424.
44. Stafford, J.S., J.M.Jenkins, E.V.Staab, I.Boyce, F.A. Fried: Ultrasonic Detection of Renal Calculi. Accuracy Tested in an In Vitro Porcine Kidney Model. J Clin. Ultrasound 9, Sept.1981, 359-363.
45. Thompson, I.M., A.Kovac, J.Geshner: Coronal Renal Ultrasound: II. Urology, Febr.1981, Vol.XVII, No.2, 210-213.

46. Thüroff, J.W., D.Frohneberg, R.Riedmiller, P.Alken, G.Hutschenreiter, S.Thüroff, R.Hohenfellner: Localization of Segmental Arteries in Renal Surgery by Doppler Sonography. The Journal of Urology, Vol.127, May 1982, 863-866.
47. Vahlensieck, W.: Epidemiologie und Pathogenese des Harnsteinleidens. Dtsch.med.Wschr.105 (1980) 799.
48. Vögeli, E., R.Kwasny, B.Hofer: Möglichkeiten und Grenzen der Sonographie und Angiographie bei renalen Raumforderungen. Fortschr.Röntgenstr.132 (1980) 55.
49. Vogler, F.: Radiologische Diagnostik der Harnorgane. G.Thieme Verlag 1974, 378ff. u. 485ff.
50. Welter, G., K.R.Schmidt, K.Rothenberger, K.J.Pfeifer, H.F.Welter: Bedeutung der Sonographie für die Differentialdiagnostik von Pseudotumoren der Niere. Fortschr.Röntgenstr.133, 6/1980, 621-624.
51. Wimmer, B.: Ultraschalluntersuchung der Nieren. Radiologe 20 (1980) 288-293.

B I L D A N H A N G
=====

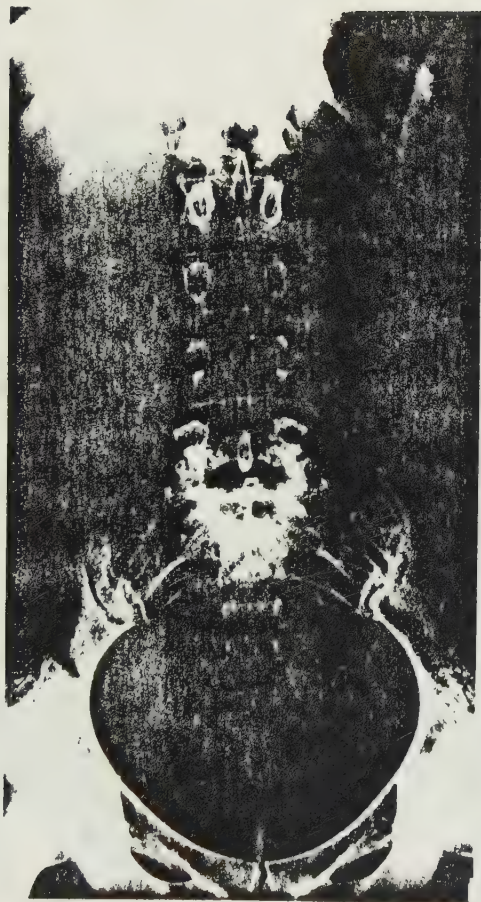


Abbildung 1: In der Abdomenleeraufnahme punktförmige
Verkalkung im Bereich des rechten oberen
Nierenpols (ca. 2 - 3 mm $\varnothing$)

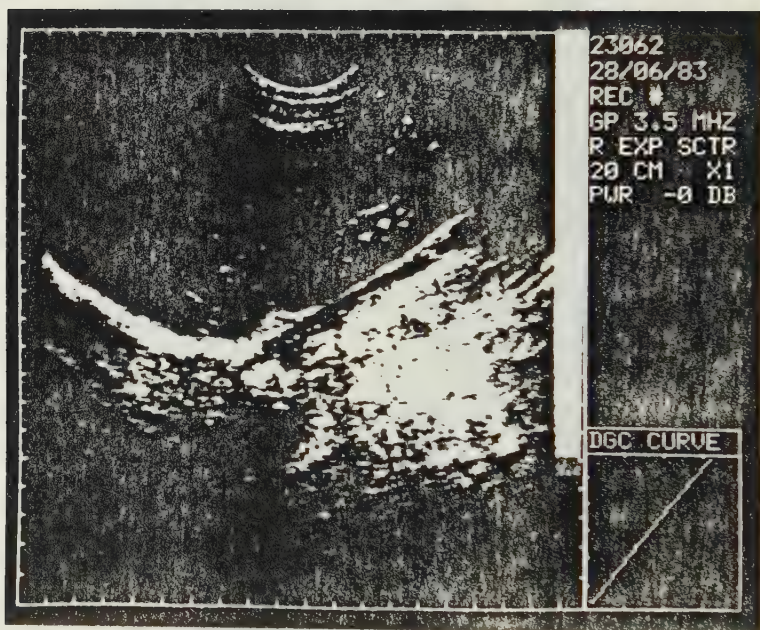


Abbildung 2: Rechte Niere. Partielle Stauung durch kreuzendes Gefäß.

Cranial der geringfügig erweiterten oberen Kelchgruppe ein heller Reflex mit dorsalem Schallschatten, entsprechend dem 2-3 mm großen Konkrement in Abbildung 1.

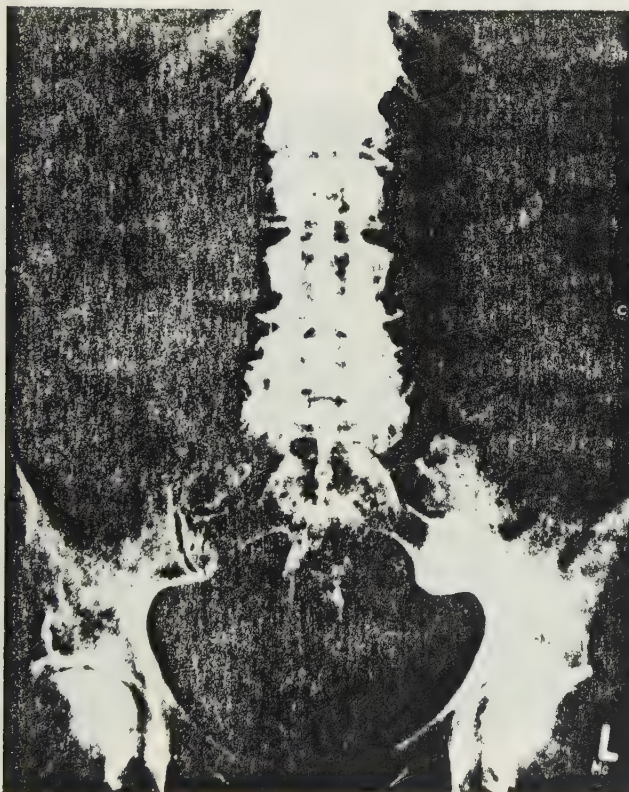


Abbildung 3: In der Abdomenleeraufnahme 25x15 mm großes, kalkdichtes Konkrement in Projektion auf das linke Nierenbecken.

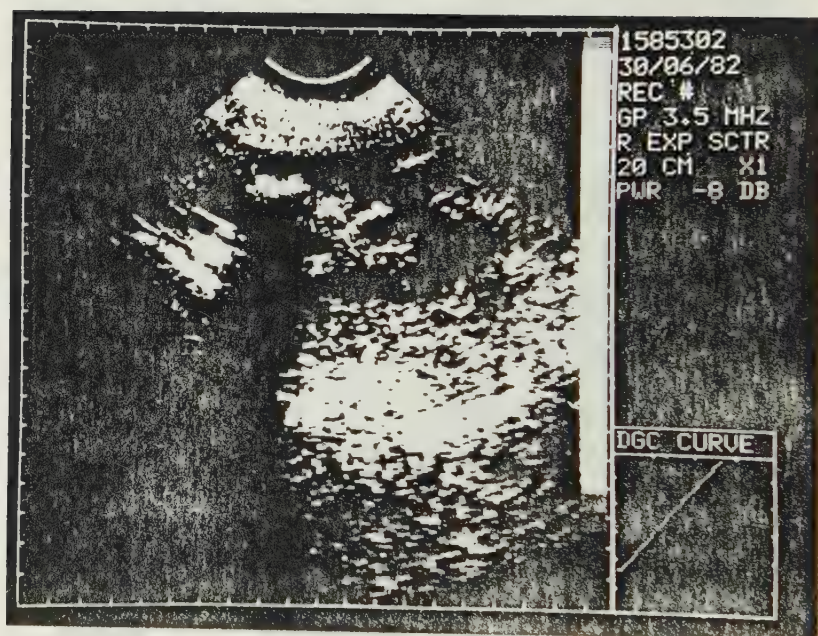


Abbildung 4: Sonographisch eindeutige Steinkriterien mit hellem Reflex im Bereich der linken oberen und mittleren Kelchgruppe mit ausgeprägtem dorsalem Schallschatten.



Abbildung 5a: Im Ausscheidungsurogramm nach Kontrastmittelgabe verzögerte und schwache Kontrastierung beider Nieren.

Unregelmäßige Randkonturen beidseits, verschmälerter Parenchymsaum rechts stärker als links, multiple punkt- bzw. strichförmige Parenchymverkalkungen ubiquitär bei bekannter Phenacetinniere.

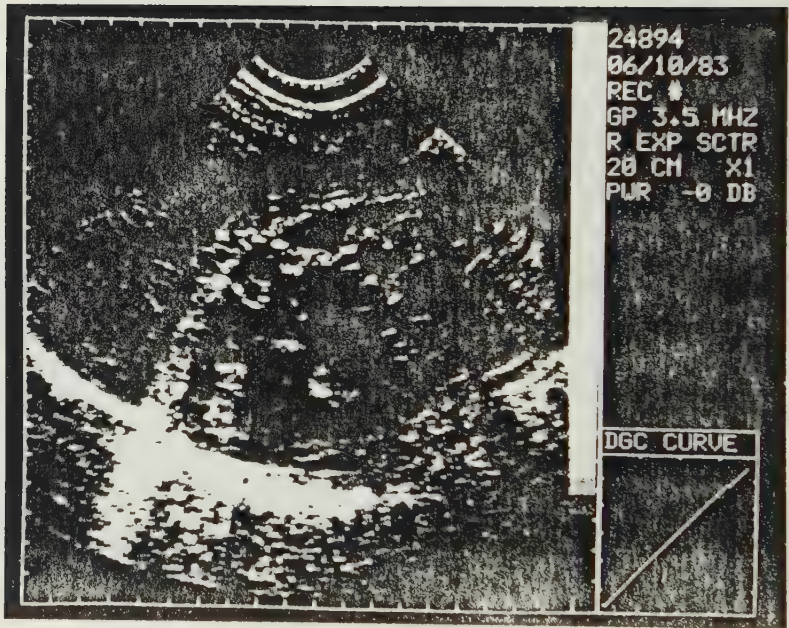


Abbildung 5b: Sonogramm der rechten Niere aus der Abbildung 5a. Kommentar gemeinsam mit Abbildung 5c s. Seite 45.

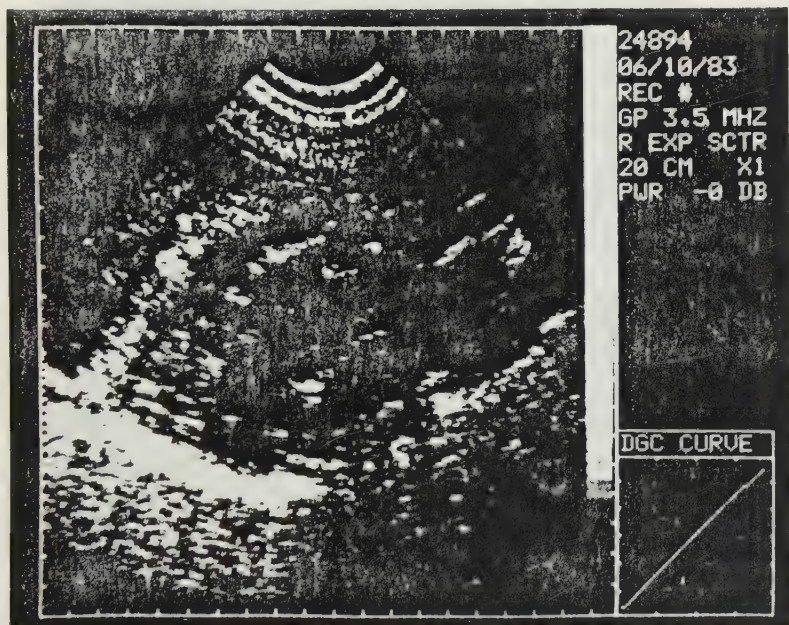


Abbildung 5c. Gemeinsamer Kommentar mit Abb.5b (Seite 44):
Sonogramm der rechten Niere im Längs- und
Querschnitt.

Multiple helle Reflexe im Parenchym teilweise mit dorsalen Schallschatten entsprechend den Parenchymverkalkungen in der Abb. 5a. Parenchym und Nierensinus gegeneinander nicht mehr abgrenzbar. Sonographisch Schrumpfnieren mit Parenchymverkalkungen wie u.a. bei Diabetes, interstitieller Nephritis, Hyperparathyreoidismus und Phenacetinnieren.

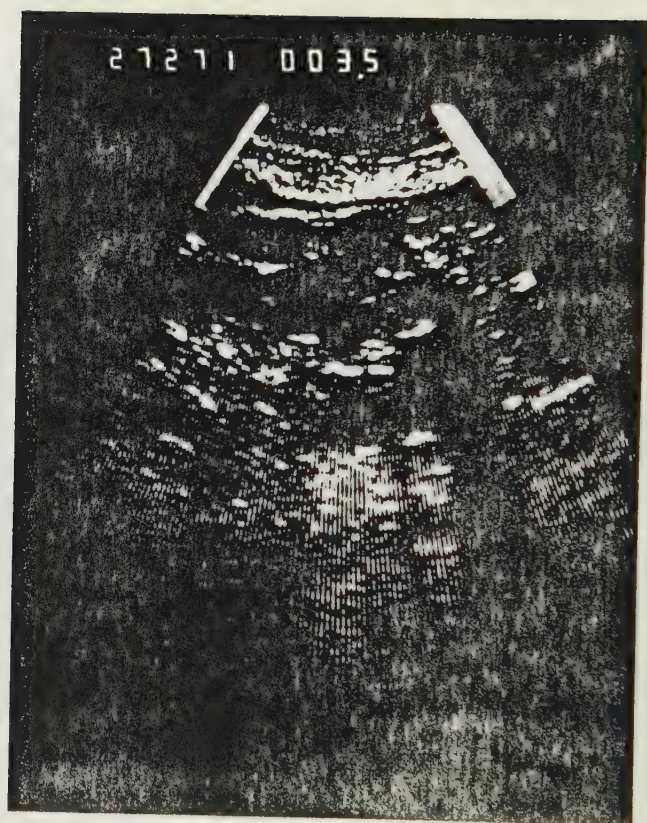


Abbildung 6: Steinreflex mit dorsalem Schallschatten, welcher sonographisch fälschlicherweise nicht der Gallenblase sondern der Niere zugeordnet wurde.



Abbildung 7a: Große röntgenpositive Parenchymvekalkung
im mittleren/oberen Nierendrittel, ein-
deutig außerhalb des Nierenbeckenkelch-
systems gelegen.



Abbildung 7b: Sonographisch deutlicher Parenchymreflex
mit dorsalem Schallschatten.

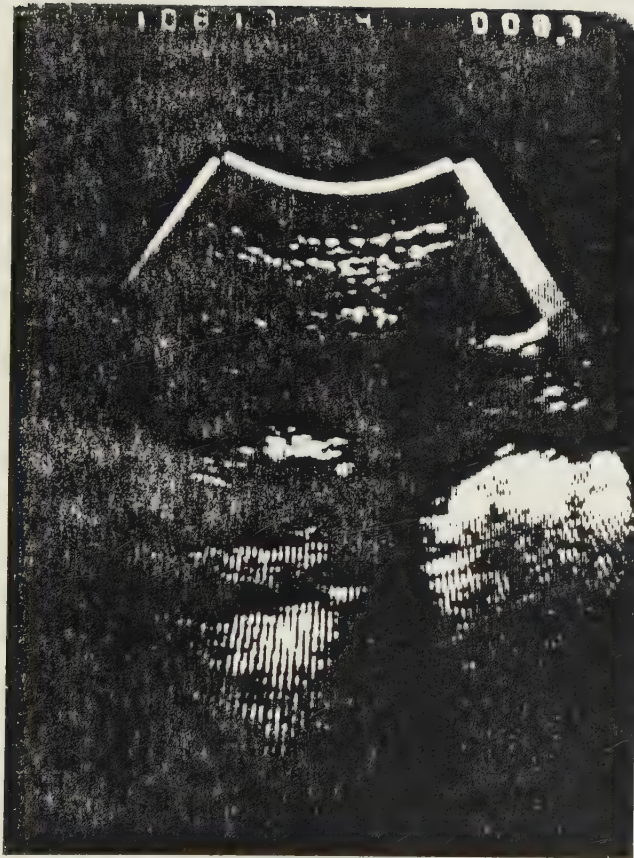


Abbildung 8: Große Parenchymverkalkung bei Zustand nach Nierentuberkulose, die als Nierenstein fehlgeortet wurde.
Sonographisch Harnstauung rechts mit Steinreflex aus unterem Nierendrittel.

LEBENS LAUF

- 7.10.1959 geboren in Wien
- 1966 Eintritt in die Grundschule
(École française de Munich)
- 1969/70 ein Schuljahr am "Lycée Razi" in Teheran
- 1970 Eintritt in das Gymnasium
(Luitpold-Gymnasium München)
- 1979 Abitur
- WE 1979/80 Immatrikulation an der Ludwig Maximilians-
Universität in München
Studium der Humanmedizin

